

# WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5:

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 90/07823

H02P 9/04, F03D 7/04

A1

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

12. Juli 1990 (12.07.90

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/AT89/00126

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. Dezember 1989 (22.12.89)

(30) Prioritätsdaten:

A 3157/88

23. Dezember 1988 (23.12.88) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ELIN ENERGIEVERSORGUNG GESELLSCHAFT M.B.H. [AT/AT]; Penzinger Straße 76, A-1141 Wien (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIESMANN, Josef [AT/AT]; Herzgasse 97/1/16, A-1100 Wien (AT). KAINZ, Manfred [AT/AT]; Siebenbürgenstraße 50/1, A-1220 Wien (AT).

(74) Anwalt: KRAUSE, Peter; Elin Energieversorgung Gesell schaft m.b.H., Penzinger Strasse 76, A-1141 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK, ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: REGULATION AND CONTROL SYSTEM FOR A WIND POWER PLANT

(54) Bezeichnung: REGELUNGS- UND STEUERUNGSSYSTEM FÜR EINE WINDKRAFTANLAGE

#### (57) Abstract

In a regulation and control system for a wind power plant, the actual value of the turbine speed is fed via a target power value generator (2) and a power limiting stage (3) and a PID power regulator (5) to the input of a current regulator (7). The output of the current regulator (7) is connected to a current supply network. The actual value of the turbine speed is fed via a PID speed regulator (12) to the input of a rotor blade angle regulator (15). The output of the rotor blade angle regulator (15) is connected to a rotor blade adjusting mechanism. A device (16) which limits the increase in rotor speed is connected to the rotor blade angle regulator (15). The output of the power limiting stage (3) is connected via a chart recorder (14) to the rotor blade angle regulator (15). The actual value of the turbine speed is fed via a chart recorder (21) and a PID voltage regulator (22) to the input of a field current regulator (23). The output of the field current regulator (23) is connected via grid trigger equipment (26) to the field coil of an a.c. dynamo. The actual generator voltage is applied via a rectifier (27) to a second input of the PID voltage controller (22). A regulator (24) which limits the maximum field current is arranged between a second and a third input of the field current regulator (23).

#### (57) Zusammenfassung

Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraftanlage, dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinendrehzahlistwert über einen Leistungsbegrenzungsstufe (3) und über einen PID-Leistungsregler (5) dem Eingang eines Stromreglers (7) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Stromreglers (7) mit einem Stromversorgungsnetz verbunden ist, und daß der Turbinendrehzahlistwert über einen PID-Drehzahlregler (12) dem Eingang eines Rotorblattwinkelreglers (15) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Rotorblattwinkelreglers (15) mit einem Rotorblattverstellmechanismus verbunden ist, und daß ein Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) mit dem Rotorblattwinkelregler (15) verbunden ist, und daß der Ausgang der Leistungsbegrenzungsstufe (3) über einen Kurvenbildner (14) mit dem Rotorblattwinkelregler (15) verbunden ist, und daß der Turbinendrehzahlistwert über einen Kurvenbildner (21) und über eine PID-Spannungsregler (22) dem Eingang eines Feldstromreglers (23) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Feldstromreglers (23) über einen Gleichrichter (27) zu einem zweiten Eingang des PII)-Spannungsreglers (22) gelangt, und daß die Generatoristspannung über einen Gleichrichter (27) zu einem zweiten Eingang des PII)-Spannungsreglers (24) angeordnet ist.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	MIL.	Mali
ΑU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Mahwi
BE	Belgien	GA	Gabon	NŁ	Niederlande
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	Π	Italien	20	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	Ц	Liechtenstein	TD	Techad
СH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	ш	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		-
DK	Danemark	MG	Madagaskar		

1 -

## REGELUNGS-UND STEUERUNGSSYSTEM FÜR EINE WINDKRAFTANLAGE

Die Erfindung betrifft ein Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraftanlage, bestehend aus einer Windturbine und einem von dieser angetriebenem Synchrongenerator, wobei die Windturbine als ein um eine Achse drehbarer Rotor mit verstellbaren Rotorblättern ausgeführt ist und aus dem jeweiligen Turbinendrehzahlistwert verschiedene elektrische Vorgabewerte gebildet sind.

Die Bemühungen von Technikern in aller Welt, vorhandene 10 Energiequellen auf wirtschaftliche Art zu nutzen, waren in den letzten Jahren von großen Fortschritten gekennzeichnet. Auch im Bereich der Windkraftanlagen sind beachtliche Weiterentwicklungen zu beobachten.

15 Windkraftanlagen dienen zur Umformung der im Wind enthaltenen Energie in elektrische Energie. Dabei wird im Prinzip ein Windrad mit propellerartigen Flügeln auf einer horizontalen oder vertikalen Achse montiert. Diese Achse ist, üblicherweise über ein Getriebe, mit einem 20 Generator verbunden.

In der Praxis hat sich erwiesen, daß wegen der wesentlich geringeren Baukosten und der besseren Regel- und Steuerbarkeit, hauptsächlich aber wegen des wesentlich höheren Wirkungsgrades, ausschließlich Windkraftanlagen mit einem Windrad auf einer horizontalen Welle wirschaftlich sind, sich also innerhalb einer vertretbaren Zeitspanne amortisieren.

30 Der Wind ist in Bodennähe ungleichmäßig und deshalb für die Lieferung von Energie ungeeignet. Mit zunehmender Höhe über dem Boden steigt jedoch nicht nur die Häufigkeit, sondern auch die Geschwindigkeit des Windes sehr stark an. Aus diesem Grund erfolgt die Montage von

Windkraftwerken auf hohen Türmen. Für kleine und mittlere Anlagen werden dafür vorzugsweise, um dem Wind eine möglichst geringe Angriffsfläche bieten, Gittertürme aufgestellt. Aus Stabilitätsgründen sind jedoch für große 5 Anlagen Rohrtürme zu verwenden.

Ursprünglich wurde angenommen, Windkraftanlagen seien nur bei Aufstellung in flachen Gebieten, vor allem in windreichen Küstengebieten, in der Lage, elektrische Energie zu einem wirtschaftlich vertretbaren Preis zu liefern. Prinzipiell können jedoch die verschiedensten Gebiete, beispielsweise auch Alpengebiete, für die Aufstellung von Windkraftanlagen geeignet sein. Vor der Platzwahl für derartige Anlagen ist lediglich der langjährige durchschnittliche Windanfall in der jeweiligen Gegend zu eruieren und in Rechnung zu stellen.

Die tatsächliche Ursache für die immer noch nicht praktikable Nutzung der Windenergie ist nicht der Mangel an 20 geeigneten Aufstellungsorten, sondern die bislang ungenügende Regel- und Steuerbarkeit der Windkraftanlagen.

Eine der bisher üblichen Regelungen von Windkraftanlagen ist mechanischer Art. Dabei wird die Drehzahl der Wind
25 turbine durch Veränderung des Anstellwinkels der Rotorblätter durchgeführt. Nachteilig sind bei diesem System sowohl die langsame Ansprechzeit als auch die ungenügende Ansprechgenauigkeit.

- 30 Es sind auch elektronische Regelungen bekannt, die jedoch zum einen nicht sämtliche zu einer exakten Regelung nötigen Parameter verarbeiten, zum anderen eine große Störanfälligkeit aufweisen.
- 35 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Regelungs- und Steuerungssystem zu schaffen, welches sämtliche auf eine Windkraftanlage einwirkenden Parameter während des

gesamten Betriebsablaufes sofort aufnimmt und berücksichtigt, sowie vollautomatisch arbeitet und eine sichere Abgabe elektrischer Energie mit konstanter Spannung und stabiler Phasenlage gewährleistet.

5

Die Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinendrehzahlistwert 10 jeweils dem Eingang einer ersten Glättungsstufe erster Ordnung und eines ersten aktiven Filters und eines zweiten aktiven Filters und einer zweiten Glättungsstufe erster Ordnung sowie eines ersten Kurvenbildners zugeführt ist, und daß der Ausgang der ersten Glättungsstufe 15 erster Ordnung mit dem Eingang eines Leistungssollwertgebers verbunden ist, und daß der Ausgang des Leistungssollwertgebers mit dem Eingang einer Leistungsbegrenzungsstufe verbunden ist, und daß der Ausgang der Leistungsbegrenzungsstufe mit einem ersten Eingang eines 20 PID-Leistungsreglers und dem Eingang einer dritten Glättungsstufe erster Ordnung sowie dem Ausgang des ersten aktiven Filters verbunden ist, und daß der Eingang eines zweiten Kurvenbildners mit dem Ausgang der dritten Glättungsstufe erster Ordnung verbunden ist, und daß der 25 Ausgang des PID-Leistungsreglers mit einem ersten Eingang eines Stromreglers und dem Ausgang des aktiven Filters verbunden ist, und daβ der Ausgang des Stromreglers, indirekt über Gittersteuersatz und Thyristoren, mit einem Stromversorgungsnetz verbunden ist, und daß der 30 Stromistwert einem zweiten Eingang des Stromreglers zugeführt ist, und daß der Leistungsistwert einem zweiten Eingang des PID-Leistungsreglers zugeführt ist, und daß der Ausgang der zweiten Glättungsstufe erster Ordnung mit einem ersten Eingang eines PID-Drehzahlreglers verbunden 35 ist, und daβ der Ausgang des PID-Drehzahlreglers mit einem ersten Eingang eines Rotorblattwinkelreglers und mit dem Ausgang des zweiten Kurvenbildners sowie mit

PCT/AT89/00126

einem Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer verbunden ist, und daß der Drehzahlsollwert einem zweiten Eingang des PID-Drehzahlreglers zugeführt ist, und daß der Rotorblattwinkelistwert einem zweiten Eingang des 5 Rotorblattwinkelreglers zugeführt ist, und daβ der Ausgang des Rotorblattwinkelreglers mit einem Rotorblattverstellungsmechanismus verbunden ist, und daß der Ausgang des ersten Kurvenbildners mit einem ersten Eingang eines PID-Spannungsreglers verbunden ist, und daß 10 der Ausgang des PID-Spannungsreglers mit einem ersten Eingang eines unterlegten Feldstromreglers verbunden ist, und daß der Ausgang des unterlegten Feldstromreglers über einen Gittersteuersatz mit der Feldwicklung einer Wechselstromerregermaschine verbunden ist, und daß 15 ein zweiter Eingang des unterlegten Feldstromreglers über einen Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler mit einem dritten Eingang des unterlegten Feldstromreglers verbunden ist, und daß die Generatoristspannung der Wechselspannungsseite eines Gleichrichters zugeführt ist, und <sup>20</sup> daβ die Gleichspannungsseite des Gleichrichters über ein drittes aktives Filter mit einem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers verbunden ist.

Daraus ergibt sich der Vorteil, daß die Windkraftanlage
25 bei genügend Windanfall vollautomatisch an- und hochfährt
und sowohl der Betrieb als auch die Stillsetzung bei
ungenügendem Windanfall ebenfalls vollautomatisch verlaufen. Durch den hohen Automatisierungsgrad ist es
möglich, die gesamte Anlage völlig unbemannt zu betrei30 ben. Dadurch werden, vor allem bei einem Gesamtverband
von mehreren Windkraftanlagen, beträchtliche Personalkosteneinsparungen erzielt. Es sind selbstverständlich
die entsprechenden Wartungsintervalle zu beachten und
einzuhalten.

35

Im vollautomatischen Betrieb wird die Anlage immer der jeweiligen Windrichtung nachgeführt. Bei entsprechender Windgeschwindigkeit wird die Turbine hochgefahren; dabei werden Drehzahl und Leistung, gemäß den eingestellten Vorgabewerten, in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit geregelt. Alle Parameter, wie beispielsweise

- Turbinendrehzahl, Windrichtung, Generatorleistung sowie an diversen Anlageteilen auftretende Temperaturen werden laufend überwacht. Ändert sich einer dieser Parameter, werden automatisch die entsprechenden Vorkehrungen getroffen, um die Anlage entweder im optimalen Betriebs-
- 10 punkt weiterzufahren oder, bei Erreichen von Grenzwerten, ein sicheres Abstellen zu gewährlsieten.

Zudem werden durch Windböen hervorgerufene Turbinendrehzahländerungen ohne Verzögerung erfasst und und die

- 15 Generatorrotordrehzahl stabilisiert; bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten erfolgt eine Begrenzung von Generatorrotordrehzahl und Generatorleistung. Die windabhängige Turbinendrehzahlführung ist bei diesem System auf einem Verfahren aufgebaut, das die Turbine selbst als
- 20 indirektes Windmeβsystem benutzt. Ein stark schwankendes Windangebot wirkt sich durch eine ebenso stark schwankende Drehzahländerung der Turbine aus. Durch diese direkte Drehzahlerfassung an der Turbinenwelle ist es möglich, mit dem Leistungsdrehzahlregler unmittelbar nach
- 25 erfolgter Drehzahländerung den Sollwert für die Leistungsabgabe zu bilden.

Damit ist es möglich, die Turbine immer im optimalen Wirkungsgrad zu fahren. Aus dem erfassten Drehzahlwert wird aber auch gleichzeitig, bei hohen Windgeschwindig-

30 keiten, eine Begrenzung der Drehzahl und der Leistung auf die eingestellten Grenzwerte erreicht.

Weiters ist vorteilhaft, daß das erfindungsgemäße Regelungs- und Steuerungssystem eine konstante Spannungshaltung der Netzspannung erlaubt und eine stabile Phasenlage der Netzabgabeleistung ermöglicht, d. h., die Abgabe von Wirkleistung in das Netz ist bei gleichbleibender

Windgeschwindigkeit konstant und optimal an die Erzeugung durch das Windrad angepaßt. Dies erfordert, trotz konstanter Netzfrequenz, eine variable Drehzahl des mit dem Windrad gekoppelten Generators.

5

Die Spannungsregelung des Generators erfolgt über eine bürstenlose Wechselstromerregermaschine auf eine der Drehzahl des Generators proportionale Ausgangsspannung. Damit ist der Synchrongenerator optimal ausnützbar und zur Abgabe von Wirkleistung an einen Gleichstromzwischenkreis fähig.

Dieser Gleichstromzwischenkreis speist einen netzgeführten Umrichter, welcher die Wirkleistungsabgabe an das Netz ermöglicht. Die Regeleinrichtung des Synchron-chrongenerators hat nicht nur die Regelung der Synchrongeneratorspannung proportional der Drehzahl zu bewirken, sondern auch bei konstanter Nenndrehzahl bzw. kurzzeitiger Überdrehzahl die Generatorspannung proportional der Netzspannung zu regeln. Dies ist für die sichere Funktion des netzgeführten Umrichters erforderlich.

Eine besondere Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß ein erster Eingang einer Überwachungseinheit, welche 25 Fehler im PID-Spannungsregler und im Synchrongenerator erkennt, mit dem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang der Überwachungseinheit mit dem ersten Eingang des PID-Spannungsreglers verbunden ist, und daß der Ausgang der Überwachungseinheit über einen Komparator und über ein Zeitglied mit einem Auslösemechanismus zur Generatorabschaltung verbunden ist.

Durch diese erfindungsgemäße Anordnung werden sowohl

Fehler in der Regelelektronik des Generatorspannungsreglers erkannt, als auch Fehler im Generator selbst, wie
Windungsschlüsse, Wicklungsunterbrechungen und

· - 7 -

Erdschlüsse. Die Überwachungseinrichtungen ermöglichen es, den Generator und damit die Gesamtanlage im Fehlerfall zu schützen.

Daraus ergibt sich auch der Vorteil, daß beim Auftreten von Fehlerfällen diese rasch erkannt und damit die Standzeiten der Anlage reduziert werden. Weiters ist vorteilhaft, daß somit ein komplizierter und sehr teurer Generatorschutz entfällt.

10

- An Hand eines Ausführungsbeispieles soll die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigt Fig. 1, in Form einer Prinzipzeichnung, alle mechanischen, regelungs- und steuerungstechnischen sowie EDV-Hauptkomponenten einer
- 15 kompletten Windkraftanlage. In Fig. 2 ist, als Blockschaltbild, das erfindungsgemäße Regelungs- und Steuerungssystem mit Spannungs-, Leistungs- und Drehzahlregelung, sowie die Generatorüberwachung dargestellt.
- 20 Die für eine Windkraftanlage wichtigste Kenngröße ist die Drehzahl. Bei der vorliegenden Windkraftanlage wird die Windturbine selbst als indirektes Windmeßsystem benutzt, da ein direkter Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit, Turbinen- und Generator- Rotordrehzahl sowie
- 25 Generatorleistung besteht. Aus dem jeweiligen Turbinendrehzahlistwert werden die Vorgabewerte für die verschiedenen elektrischen Kenngrößen gebildet. Die Drehzahlmessung muβ exakt erfolgen, da durch ungenaue Vorgabewerte der Wirkungsgrad des Windturbinenflügels
- 30 abnimmt. Diese Zusammenhänge sind aus den Kennlinien des jeweiligen Windturbinenflügels, der im vorliegenden Fall ein Schnelläufer und zwar ein Dreiblatt-Rotor ist, entnommen werden.
- 35 Die Erfindung ermöglicht es, große Drehzahländerungen, hervorgerufen durch Windböen, rasch und ohne Verzögerung zu erfaßen und mit der Regelung sofort einzugreifen. Zu

langsame Regelstrecken würden bei Böen zu einem großen Anstieg der Drehzahl führen. Im vorliegenden Fall ist der Drehzahlanstieg auf maximal 5 % über dem Nenndrehzahlwert begrenzt.

5 . .

Im Automatikbetrieb fährt die Windkraftanlage selbständig hoch, wenn genug Wind vorhanden ist und keine Gefahrmeldung ansteht. Es ist auch eine Umschaltung von Automatikauf Handbetrieb möglich; selbstverständlich bleiben dabei die Not-Aus-Gefahrmeldungen berücksichtigt.

Die für die elektrische Energieerzeugung nötigen mechanischen und elektrischen Komponenten befinden sich auf einer drehbaren Gondel, die am Turmkopf angebracht ist.

15 Entsprechend dem wechselnden Windwegverlauf wird die Gondel jeweils dem Wind nachgeführt. Im vorliegenden Fall ist die dazu notwendige Steuerung elektrisch, während die Bremsung der Gondel hydraulisch durchgeführt wird. Diese gesamte Dreheinrichtung wird auch als Azimut bezeichnet.

20

Wie in Fig. 1 ersichtlich, treibt eine Windturbine (50) über ein Umsetzgetriebe (51) einen Synchrongenerator (52) an. Einer Eingabeeinheit (53) einer freiprogrammierbaren Steuerung (56) sind alle digitalen und analogen Ein25 gangssignale einer kompletten Windkraftanlage zugeführt.

Hierbei handelt es sich um folgende Informationen: Umsetzgetriebe-Temperatur (71), Umsetzgetriebe-Ölstand (72), Azimutbremsen-Verschleiß (74, 75), Rotorbremsen-30 Verschleiß (73, 78), Synchrongeneratortemperatur (76), Synchrongeneratordrehzahl (77), Synchrongeneratorerregung (79), Blattposition (80), Gondelstellung (81), Azimut-Vibration (82), Windgeschwindigkeit (83), Windrichtung (84), Azimutstellung (85), Hydrauliköltemperatur (86), 35 Hydraulikölddruck (87), Hydraulikölstand (88), Windturbinenblatt-Stellung (89), Windturbinenblatt-Segelstellung (90), Hydraulikaggregat-Zustand (91), Ansteuerung der hydraulischen Rotorbremsen (92), Ansteuerung der hydraulischen Lischen Azimutbremsen (93), Ansteuerung der hydraulischen Windturbinenblatt-Verstellung (94), Ansteuerung des Hydraulikdrosselventils (95). Die Windturbinendrehzahl (70) wird über Zahnflanken (96) mittels eines Aufnehmers (97) erfasst.

Die freiprogrammierbare Steuerung (56) ist ein modular aufgebautes Mikroprozessorsystem und besteht aus den 10 folgenden Einheiten: Modul für digitale Eingänge (58), Modul für analoge Eingänge (59), Anzeigefeld (60), Bedienfeld (61), Modul für digitale Ausgänge (63), Modul für analoge Ausgänge (64), Bus-System (65), Rechner (62) und Hilfs-Relais (57). Diese Einheiten sind miteinander 15 durch einen Verdrahtungsprint verbunden.

Von der Eingabeeinheit (53) werden die digitalen und die analogen Eingänge den jeweils zugeordneten Einheiten (58, 59) der freiprogrammierbaren Steuerung (56) zuge-

- 20 führt. Das Setzen der digitalen und der analogen Ausgänge erfolgt über das integrierte Rechnersystem. Die gesetzten digitalen und analogen Ausgänge werden den entsprechenden Anlagenkomponenten zugeleitet. Dabei werden die digitalen Ausgänge (63) über Hilfsrelais (57) geführt, deren
- 25 Aufgabe es ist, die digitalen Ausgangssignale der freiprogrammierbaren Steuerung (56) auf das Niveau der Steuerspannung umzusetzen. Durch das jeweilige Anwenderprogramm sind die digitalen und analogen Ein- und Ausgänge softwaremäβig verknüpft.

Mit einem Personalcomputer (56) und einem Drucker (67) ist es möglich, die gesamten Informationen abzuspeichern und weiterzuverarbeiten. Zu diesem Zweck ist die freiprogrammierbare Steuerung (56) über eine serielle

35 Schnittstelle mit dem Personalcomputer (66) verbunden.

Eine Umrichterkaskade (55) und eine Erregereinheit (54) werden von der freiprogrammierbaren Steuerung (56) entsprechend der vorgegebenen Leistungs-Drehzahl-Kennlinie geführt. Eine Leitung (98) führt von der 5 Umrichterkaskade (55) zum Stromversorgungsnetz.

Wie Fig. 2 zeigt, wird der über eine Leitung (40) zugeführte Turbinendrehzahlistwert in einer Glättungsstufe
erster Ordnung (1) vorerst geglättet und einem Leistungssollwertgeber (= Kurvenbildner) (2) zugeführt. Eine
Glättung ist unbedingt notwendig, da dem
Turbinendrehzahlistwert üblicherweise einige Frequenzen
überlagert sind. Ohne vorherige Glättung würde durch die
hohe Verstärkung im nachfolgenden, digital aufgebauten

15 PID-Leistungsregler (5) eine Schwingung des Leistungssollwertes entstehen.

Man unterscheidet zwei Arten von Frequenzüberlagerungen.
Der vor dem Turm, in Windrichtung gesehen, auftretende
20 Windstau entlastet den Windturbinenflügel beim Durchgang
durch die vertikale Turmachse. Diese Entlastung ruft eine
Leistungsschwankung und dadurch eine Drehzahländerung
hervor. Die dem Turbinendrehzahlistwert überlagerte
Frequenz, hervorgerufen durch die Flügelentlastung, ist
25 drei Mal so groß als die Rotorfrequenz. Zusätzlich ändert
sich diese Frequenz noch mit variabler Turbinenrotordrehzahl.

Weiters überlagert eine in Phasen mit den Turmschwin30 gungen liegende Frequenz den Turbinendrehzahlistwert.
Diese Frequenz entsteht durch die Änderung der relativen
Windgeschwindigkeit zu den Windturbinenflügeln. Schwingt
der Turm entgegen der Windrichtung, so entsteht ein
Leistungsüberschuß, der zu einer Turbinendrehzahlerhöhung
35 führt (= Vergrößerung der relativen Windgeschwindigkeit).
Schwingt der Turm mit der Windrichtung, ist genau die

umgekehrte Erscheinung zu beobachten. Im Gegensatz zum ersten Fall bleibt diese Frequenz aber konstant.

Die Glättungsstufe erster Ordnung (1) ist so ausgelegt,

5 daß die Gesamtregelzeit nicht zu langsam wird und daß
Leistungssollwertänderungen, hervorgerufen durch Drehzahländerungen (= überlagerte Frequenzen), limitiert
werden.

- Mittels des Leistungssollwertgebers (2) ist es möglich, die der Windturbinenflügelkennlinie zugeordnete Größe von maximaler Leistung und Drehzahl (= optimaler Wirkungs-grad) vorzugeben. Mit der dem Leistungssollwertgeber (2) nachgeschalteten Leistungsbegrenzungsstufe (3) wird die an ein Stromversorgungsnetz abgegebene Leistung limitiert bzw. stufenlos, je nach externen Vorgaben, im Bereich von Null bis Nennleistung verstellt. Das gesamte übrige Regelsystem bleibt dabei voll aktiv.
- 20 Ein aktives Filter (4) wirkt direkt auf den PID-Leistungsregler (5). Wie bereits erwähnt, treten im Turbinendrehzahlistwert überlagerte Frequenzen auf. Durch das speziell ausgelegtes aktive Filter (4) wird nur eine überlagerte Frequenz ausgesiebt und dem gewonnenen
- 25 Leistungssollwertsignal zugeführt. Das dadurch neu entstandene Leistungssollwertsignal wirkt auf die Turmschwingung positiv dämpfend. Somit werden die durch plötzlich auftretende Windböen hervorgerufenen Turmschwingungen schon im Anfangsstadium der Entstehung
- 30 bekämpft. Dadurch wird eine geringere Belastung und eine längere Lebensdauer der Windkraftanlage erreicht.

Die durch die Turmschwingungen auftretenden Leistungsschwankungen sind, auf die Synchrongeneratornennleistung 35 bezogen, sehr gering und haben keinen Einfluβ auf das

Stromversorgungsnetz.

Der PID-Leistungsregler (5) hat folgende Aufgaben zu erfüllen: In Verbindung mit dem Synchrongenerator und der Umrichterkaskade (55) erfolgt eine gleitende Drehzahlführung. Das windabhängige schwankende Drehmoment führt zu Turbinendrehzahländerungen, was wiederum zu stark schwankenden Leistungssollwertvorgaben führt. Durch eine entsprechende Dämpfung des PID-Leistungsreglers (5) werden Leistungsschwankungen geglättet, indem die großen Massen des Windturbinenflügels und des -rotors als Kurzzeitpufferspeicher benutzt werden.

Ein aktives Filter (6) wirkt direkt auf einen in Analogtechnik ausgeführten, unterlegten Stromregler (7). Das
aktive Filter (6) siebt überlagerte Frequenzen aus und
führt sie dem Stromregler (7) zu. Auftretende Schwingungen der Windturbinenrotorblätter werden dadurch
reduziert, woraus sich wiederum eine geringere Belastung
und eine längere Lebensdauer der Windkraftanlage ergibt.
Dieses zweites aktive Filter (6), das direkt auf den
Stromregler (7) wirkt, wird deshalb gewählt, weil die
relativ hohe Frequenz der auftretenden Schwingung vom
bedämpften PID-Leistungsregler (5) nicht berücksichtigt
wird.

Der ebenfalls in Fig. 2 dargestellte PID-Drehzahlregler (12) ist digital aufgebaut. Der dem PID-Drehzahlregler (12) unterlegte Rotorblattwinkelregler (15) ist in Analogtechnik ausgeführt. In einer Glättungsstufe erster Ordnung (11) wird der Turbinendrehzahlistwert wiederum geglättet, bevor er dem PID-Drehzahlregler (12) zugeführt wird. Der PID-Drehzahlregler (12) wird erst aktiv, wenn der eingestellte Nenndrehzahlsollwert überschritten wird. Der Nenndrehzahlsollwert wird über den maximalen Drehzahlwert der Leistungsbegrenzungsstufe (3) gelegt.

35 Dadurch reagiert der PID-Drehzahlregler (12) erst nach Überschreiten des Drehzahlwertes der Leistungsbegrenzungsstufe (3). Damit wird bei stetigem Windüberangebot

die Leistung konstant auf Nennleistung gehalten. Der PID-Drehzahlregler (12) wird so ausgelegt, daß auch bei starken Windböen die Nenndrehzahl um maximal 5 % überschritten wird. Dies darf selbstverständlich nicht zu einem verstärkten Regeln des Windturbinenrotorblattes führen, weil eine Verkürzung der Lebensdauer der Hydraulik die Folge davon wäre.

Ab einer vorgegebenen Leistung wird das Windturbinenrotorblatt nachgeführt. Dies ist notwendig, weil das
Windturbinenrotorblatt sonst durch den Stalleffekt an
Leistung verlieren würde. Stalleffekt heißt, daß bei
Erreichen einer bestimmten Leistung eine Verdrehung des
Windturbinenrotorblattes durch die Eigenelastizität
erfolgt. Würde man dies nicht verhindern, käme es zu
einer Verschlechterung des Wirkungsgrades des Windturbinenrotorblattes.

Weiters notwendig ist eine große Glättung des Leistungs20 sollwertes, weil ansonsten ein dauerndes Regeln des
Windturbinenblattwinkels erfolgen würde. Ein aus einer
Glättungsstufe erster Ordnung (13) gewonnenes Signal wird
einem Kurvenbildner (14) zugeführt. Damit ist es möglich,
den der Leistung zugeordneten Windturbinenblattwinkel
25 vorzugeben und somit den optimalen Wirkungsgrad zu
erreichen Der Rotorblattwinkelregler (15) ist in Analogtechnik ausgeführt und wirkt auf einen Hydraulikzylinder, welcher die Winkelverstellung des Windturbinenblattes ausführt.

30

Beim Anfahren der Windkraftanlage wird das Windturbinenblatt durch einen Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) langsam angezogen. Dadurch wird eine geringere Belastung 35 der gesamten Flügelverstellmechanik gewährleistet. Bei wenig Wind wird dadurch die Windkraftanlage rascher auf Drehzahl gebracht. Bei starkem Wind hingegen wird der Windturbinenrotor konstant beschleunigt, um die Anlagenbelastung klein zu halten. Der PID-Drehzahlregler (12)
übernimmt dann, je nach Drehzahl, stufenlos und überbrückt den Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16). Beim

5 Abfahren der Windkraftanlage wird das Windturbinenblatt
ebenfalls langsam in Segelstellung gebracht. Dadurch
kommt es zu keinem ruckartigen Abreissen der Strömung am
Windturbinenblatt, weil eben die Veränderung der Belastung langsam durchgeführt wird. Ein Ausnahmefall tritt

10 selbstverständlich dann auf, wenn bei einer Notabschaltung der Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) inaktiv ist.

Mit einer Spannungsregelungsschaltung wird die abgegebene Spannung des Synchrongenerators geregelt und dessen 15 Erregermaschine überwacht. Die vollständige Erregungseinheit besteht aus einem PID-Spannungsregler (22) und einer Überwachungseinheit (31), welche sowohl Fehler im PID-Spannungsregler (22) als auch im Synchrongenerator erkennt und im Bedarfsfall eine Schutzabschaltung ein-20 leitet. Der PID-Spannungsregler (22) ist mit einem auf den Feldstrom der Erregermaschine wirkenden, unterlegten Feldstromregler (23) verbunden. Ein Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) wirkt im Fehlerfall zusätzlich auf den unterlegten Feldstromregler (23) ein. Mit dem PID-25 Spannungsregler (22) ist die Synchrongeneratorspannung im Bereich der Synchrongeneratorfrequenz von 20 bis 60 Hertz frequenzproportional regelbar. Bei noch höheren Frequenzen wird die Spannung auf einem konstanten Wert gehalten. Der PID-Spannungregler (22) gewährleistet 30 sowohl hohe statische Genauigkeit als auch ein optimales Regelverhalten. Die Ausgangsspannung des PID-Spannungsreglers (22) ist dem unterlegten Feldstromregler (23) , welcher als P-Regler mit konstanter Verstärkung ausgebildet ist, als Sollwert des Feldstromes zugeführt. 35 Die Ausgangsspannung des unterlegten Feldstromreglers

(23) wiederum wirkt auf einen Gittersteuersatz (26).

Der Turbinendrehzahlistwert ist dem PID-Spannungsregler (22) über einen Kurvenbildner (21) zugeführt. Die Spannungsversorgung des PID-Spannungsreglers (22) erfolgt über einen Gleichrichter (27) mit nachgeschaltetem 5 aktivem Filter (25).

Auch die Spannungsversorgung einer Überwachungseinheit (31) erfolgt über den Gleichrichter (27) mit nachgeschaltetem aktivem Filter (25). Die Teilspannungen des PID-Spannungsreglers (22) werden von der Überwachungseinheit (31) auf Ausfall überwacht. Fällt eine Teilspannung aus, so führt dies zu einer Abschaltung der Windkraftanlage. Ein weiteres Abschaltkriterium wird aus dem Sollwert-Istwert-Vergleich der Synchrongeneratorspannng in einer Vergleichsschaltung gewonnen.

Zur Beurteilung eines Regler- oder Generatorfehlers wird die Abweichung der Synchrongeneratorspannung gegenüber

20 ihrem Sollwert gemessen. Weicht die Generatorspannung um mehr als eine einstellbare Differenzspannung während einer längeren Zeit als einer einstellbaren Verzögerungszeit ab, dann liegt ein Regler- oder Generatorfehler vor und eine Abschaltung wird eingeleitet. Der Auslösemechanismus für die Generatorabschaltung wird über einen Komparator (32) und ein Zeitglied (33) angesteuert.

Mit dieser Anordnung können sowohl Fehler im PIDSpannungsregler (22), die auf eine Fehlfunktion des

Reglers zurückgehen, festgestellt werden, als auch
Fehler, die sich im Synchrongenerator selbst befinden.
Zur Feststellung eines Generatorfehlers wird zusätzlich
der Feldstrom des Synchrongenerators durch den
Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) überwacht. Ein

Generatorfehler führt üblicherweise zu einem erhöhten
Erregerbedarf. Überschreitet der Feldstrom der Erregermaschine den eingestellten Feldstrom-Maximalwert, dann

greift der Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) nach einer Verzögerungszeit in den PID-Spannungsregler (22) ein und führt durch Generatorspannungsabsenkung zu einer Abschaltung der Windkraftanlage.

5

#### Betrieb der Windkraftanlage:

Unter einer Windgeschw. von 4,5 Metern pro Sekunde

trudelt der Rotor im Freilauf, das Regelungs- und Steuerungssystem ist inaktiv. Die Windturbinenrotorblätter
sind in Segelstellung. Bei einer Windgeschwindigkeit von
etwa. 4,5 Metern pro Sekunde erfolgt die Freigabe auf das
Regelungs- und Steuerungssystem.

15

über den PID-Drehzahlregler (12) werden die Windturbinenrotorblätter von der Segelstellung in eine Anfahrstellung gebracht. Durch eine Begrenzerschaltung zwischen Rotorblattwinkelregler (15) und PID-Drehzahlregler (12) erfolgt nun ein langsames Anziehen der Windturbinenrotorblätter. Die Turbinendrehzahl beginnt nun langsam zu steigen, und bei etwa 18 Umdrehungen pro Minute wird die Erregung für den Synchrongenerator eingeschaltet.

2

Mit steigender Turbinendrehzahl wird nun über den Leistungssollwertgeber (= Kurvenbildner) (2) der Leistungssollwert gebildet. Die Windturbinenrotorblätter werden bis zur optimalen Stellung gebracht und durch den PID-Drehzahlregler (12) auf dieser Stellung gehalten.

30

DEFENDANCE AND MATERIAL I .

Wenn nun die Turbinendrehzahl mit steigender Windgeschwindigkeit den Nennsollwert des PID-Drehzahlreglers (12) erreicht, so vergrößert dieser über den Rotorblattwinkelregler (15) den Anstellwinkel der Turbinenflügel 35 und verhindert damit ein weiteres Ansteigen der Turbinendrehzahl. Der PID-Drehzahlregler (12) hält dadurch bei einem pendelnden Windüberangebot die Turbinendrehzahl auf dem Nennwert.

Umgekehrt wird bei sinkender Windgeschwindigkeit und
dadurch sinkender Turbinendrehzahl durch die vorgegebene
Sollwertkennlinie der optimale Rotorblattwinkel wieder
eingestellt. Bei kurzen Flauten, wenn der DrehzahlGrundsollwert unterschritten wird, stellt der PIDDrehzahlregler den Turbinenflügel auf seinen GrundBlattanstellwinkel.

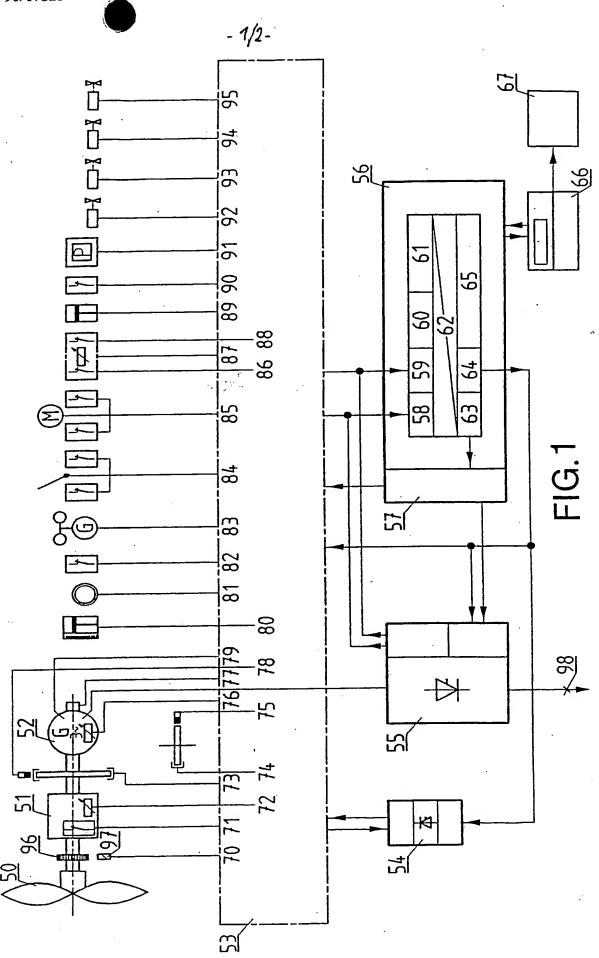
Beim Abstellen der Anlage werden die Windturbinenrotorblätter aus der jeweiligen Position - also je nach Windgeschwindigkeit - in die Segelstellung gebracht. Die 15 Leistung wird dabei nach der Turbinendrehzahl-Leistungs-Kurve abgegeben. Bei Erreichen einer Abstell-Drehzahl wird die Abgabeleistung null. Der Rotor trudelt im Freilauf weiter.

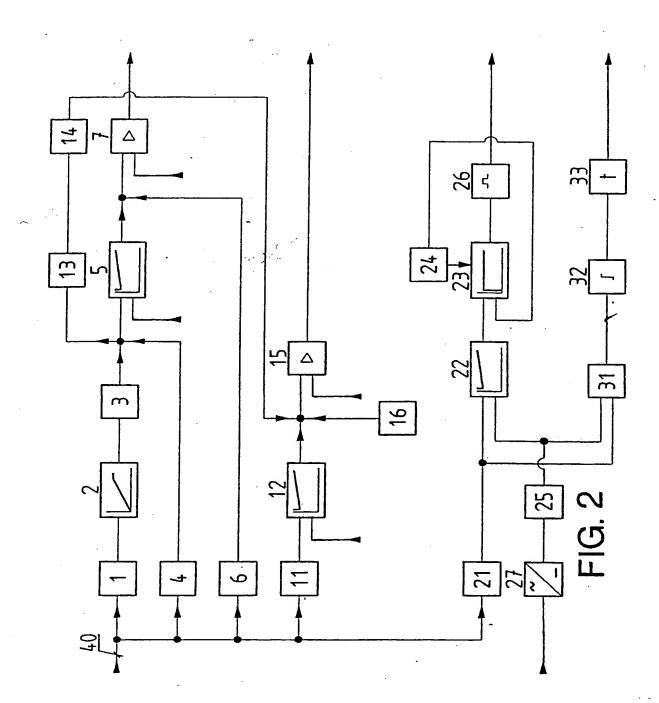
# <u>PATENTANSPRÜCHE</u>

Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraft-1. anlage, bestehend aus einer Windturbine und einem von dieser angetriebenem Synchrongenerator, wobei die Windturbine als ein um eine Achse drehbarer Rotor mit verstellbaren Rotorblättern ausgeführt ist 5 und aus dem jeweiligen Turbinendrehzahlistwert verschiedene elektrische Vorgabewerte gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Turbinendrehzahlistwert jeweils dem Eingang einer ersten Glätt-10 ungsstufe erster Ordnung (1) und eines ersten aktiven Filters (4) und eines zweiten aktiven Filters (6) und einer zweiten Glättungsstufe erster Ordnung (11) sowie eines ersten Kurvenbildners (21) zugeführt ist, und daß der Ausgang der ersten 15 Glättungsstufe erster Ordnung (1) mit dem Eingang eines Leistungssollwertgebers (2) verbunden ist, und daß der Ausgang des Leistungssollwertgebers (2) mit dem Eingang einer Leistungsbegrenzungsstufe (3) verbunden ist, und daß der Ausgang der Leistungsbe-20 grenzungsstufe (3) mit einem ersten Eingang eines PID-Leistungsreglers (5) und dem Eingang einer dritten Glättungsstufe erster Ordnung (13) sowie dem Ausgang des ersten aktiven Filters (4) verbunden ist, und daß der Eingang eines zweiten Kurvenbild-25 ners (14) mit dem Ausgang der dritten Glättungsstufe erster Ordnung (13) verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Leistungsreglers (5) mit einem ersten Eingang eines Stromreglers (7) und dem Ausgang des aktiven Filters (6) verbunden ist, und 30 daβ der Ausgang des Stromreglers (7), indirekt über Gittersteuersatz und Thyristoren, mit einem Stromversorgungshetz verbunden ist, und daβ der Stromistwert einem zweiten Eingang des Stromreglers (7) zugeführt ist, und daß der Leistungsistwert einem zweiten Eingang des PID-Leistungsreglers (5) 35

zugeführt ist, und daß der Ausgang der zweiten Glättungsstufe erster Ordnung (11) mit einem ersten Eingang eines PID-Drehzahlreglers (12) verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Drehzahlreglers (12) mit einem ersten Eingang eines Rotorblattwinkelreglers (15) und mit dem Ausgang des zweiten Kurvenbildners (14) sowie mit einem Rotordrehzahlanstiegsbegrenzer (16) verbunden ist, und daß der Drehzahlsollwert einem zweiten Eingang des PID-Drehzahlreglers (12) zugeführt ist, und daß 10 der Rotorblattwinkelistwert einem zweiten Eingang des Rotorblattwinkelreglers (15) zugeführt ist, und daß der Ausgang des Rotorblattwinkelreglers (15) mit einem Rotorblattverstellungsmechanismus verbunden ist, und daβ der Ausgang des ersten Kurvenbildners 15 (21) mit einem ersten Eingang eines PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist, und daß der Ausgang des PID-Spannungsreglers (22) mit einem ersten Eingang eines unterlegten Feldstromreglers (23) verbunden 20 ist, und daß der Ausgang des unterlegten Feldstromreglers (23) über einen Gittersteuersatz (26) mit der Feldwicklung einer Wechselstromerregermaschine verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang des unterlegten Feldstromreglers (23) über einen Feldstrom-Maximum-Begrenzungsregler (24) mit einem 25 dritten Eingang des unterlegten Feldstromreglers (23) verbunden ist, und daβ die Generatoristspannung der Wechselspannungsseite eines Gleichrichters (27) zugeführt ist, und daß die Gleichspannungsseite des 30 Gleichrichters (27) über ein drittes aktives Filter (25) mit einem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist.

2. Regelungs- und Steuerungssystem für eine Windkraft-35 anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Eingang einer Überwachungseinheit (31), welche Fehler im PID-Spannungsregler (22) und im Synchrongenerator erkennt, mit dem zweiten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist, und daß ein zweiter Eingang der Überwachungseinheit (31) mit dem ersten Eingang des PID-Spannungsreglers (22) verbunden ist, und daß der Ausgang der Überwachungseinheit (31) über einen Komparator (32) und über ein Zeitglied (33) mit einem Auslösemechanismus zur Generatorabschaltung verbunden ist.





DEICHOCIN AND 00070994

INTERNATIONAL SEARCH REPORT international Applic No PCT/AT 89/00126 I. CLASSIFICATION OF S T MATTER (it several classification symbols appl ate all) 4 According to International Pater essification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl.<sup>5</sup> H02P9/04; F03D7/04 II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched 7 Classification System Classification Symbols Int.Cl.<sup>5</sup> H02P : F03D Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Cristion of Document, 11 with Indication, where appropriate, of the relevant passages 12 Relevant to Claim No 12 BROWN BOVERI REVIEW. Α 1, 2 Vol. 69, No. 3, 1982, BADEN CH pages 57 - 64; H. SCHWEIKART ET AL: "CONVERTER-FED SYNCHRONOUS GENERATOR SYSTEMS FOR WIND POWER PLANTS" see the whole document MICROPROCESSORS AND MICROSYSTEMS. Α 1 Vol. 9, No. 2, 1985, LONDON GB pages 89 - 90; "MICROPROCESSOR-CONTROLLED WIND TURBINE GENERATOR" see the whole document IEEE 1980 IECI PROCEEDINGS A 20 March 1980, US pages 377 - 380; G.R. PHILLIPS: "A MICROPROCESSOR-BASED ENGINE/GENERATOR CONTROL SYSTEM" see the whole document tater document published after the international filing date or snortly date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the Special categories of cited socuments: 19 document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance mvention eriter document but published on or after the international document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step filing date document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cred to establish the publication date of another citation or other special reason (as Specified) document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the occument is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "O" document reterring to an oral disclosure, use, exhibition or

pocument published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"A" document member of the same setent family

IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the international Search	Date of Mailing of this International Search Report	
13 March 1990 (13.03.90)	03 April 1990 (03.04.90)	
mernational Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
EUROPEAN PATENT OFFICE		

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 1985)

	NTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET	
tegory *	Cristion of Document, with Indication, where appropriate, of the resevent passages	Relevant to Claim No
A	GB, A, 2117933 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 19 October 1983 see abstract; figure 1	1 .

SA 33267

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.

The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

13/03/90

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2117933	19-10-83	US-A- 4420692 AU-B- 552912 CA-A- 1186776 DE-A,C 3308566 FR-A,B 2524571 JP-A- 58178884 NL-A- 8301058 SE-B- 451872 SE-A- 8301551	13-12-83 26-06-86 07-05-85 13-10-83 07-10-83 19-10-83 01-11-83 02-11-87 03-10-83

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

PCT/AT 89/00126

<del></del>
<del></del>
ruch Nr. 13
<del></del>
in-
len :um
ch- atig-
ch-
e-
ale- für
ľ

Art °	AGIGE VEROFFEN: UNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)  Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	IEEE 1980 IECI PROCEEDINGS 20 März 1980, US Seiten 377 - 380; G.R. PHILLIPS: "A MICROPROCESSOR-BASED ENGINE/GENERATOR CONTROL SYSTEM" siehe das ganze Dokument	1
	GB,A,2117933 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 19 Oktober 1983 siehe Zusammenfassung; Figur 1	1 .
		·
,		
		·
ŀ		

# ANHANG ZUM TERNATIONALEN RECHERCHE ERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/AT 89/00126

SA 33267

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13/03/90-

Im Recherchenbericht	Datum der	Mitglied(er) der	Datum der
angeführtes Patentdokument	Veröffentlichung	Patentfamilie	Veröffentlichun
GB-A-2117933	19-10-83	US-A- 4420692 AU-B- 552912 CA-A- 1186776 DE-A,C 3308566 FR-A,B 2524571 JP-A- 58178884 NL-A- 8301058 SE-B- 451872 SE-A- 8301551	13-12-83 26-06-86 07-05-85 13-10-83 07-10-83 19-10-83 01-11-83 02-11-87 03-10-83